

УДК 576.895.42, 551.584

**ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА АКТИВНОСТЬ ВЗРОСЛЫХ ОСОБЕЙ ТАЕЖНОГО КЛЕЩА
(IXODES PERSULCATUS SCH., IXODINAE) В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ**

© Т. Н. Осипова,^{1*} Л. А. Григорьева,² Е. П. Самойлова,^{1,2}
А. О. Шапарь,³ Е. М. Бычкова³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет
Институт Наук о Земле

Университетская наб., 7/9, С.-Петербург, 199034

* E-mail: t.osipova@spbu.ru

² Зоологический институт РАН

Университетская наб., 1, С.-Петербург, 199034

³ Центр гигиены и эпидемиологии в Санкт-Петербурге

Поступила 30.11.2016

В статье рассмотрена проблема влияния метеорологических факторов на активность таежного клеща (*Ixodes persulcatus*) в Санкт-Петербурге и его окрестностях. В результате корреляционного анализа метеорологических данных (21 показатель) и данных по сборам клещей за период 1980—2012 г. определены значимые линейные зависимости между 11 метеорологическими показателями и средним количеством клещей. Посредством факторного анализа была снижена размерность до трех показателей: суммы температур воздуха выше +5.0 °С за год, суммы осадков выше 5 мм за год, гидротермический коэффициент Селянинова. Показано, что на фоне общей тенденции к понижению среднего количества активных клещей на рассмотренных территориях их связь с метеорологическими показателями может значительно различаться как по тесноте, так и по характеру в зависимости от микроклиматических особенностей участков сборов. При незначительной межгодовой изменчивости среднего количества клещей методика их сбора может оказывать существенное влияние на результаты статистического анализа, что необходимо учитывать при прогнозировании как дат начала эпидемиологического сезона, так и его напряженности.

Ключевые слова: *Ixodes persulcatus*, метеорологические факторы, Санкт-Петербург.

На территории Санкт-Петербурга (свыше 1300 км²) многочисленные лесопокрытые площади природно-антропогенного происхождения занимают свыше 330 км². Это остаточные массивы лесов, лесопарки, кладбища, лесокустарниковые поросли в окрестностях садоводств и коттеджных застроек, значительная их часть заселена иксодовыми клещами, среди ко-

торых абсолютно доминирует *Ixodes persulcatus* (Золотов и др., 1974; Вансулин и др., 1981; Инфекции... 2008). Средняя численность клещей невысокая, но относительно стабильная, составляет 3.4 на 1 флаго-час, варьируя от 1.3 в 2012 г. (данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Санкт-Петербурге») до 9.2 на 1 флаго-час в 1995 и 2000 гг. (Инфекции..., 2008). Таежному клещу принадлежит ведущая роль в сохранении и передаче возбудителей природно-очаговых инфекций, клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов, в том числе и на территории рассматриваемого региона (Korenberg et al., 2002; Коренберг, 2003; Токаревич и др., 2008; Tretuyakov et al., 2012). Клещи распространены на территории мегаполиса неравномерно, что обуславливает разную степень потенциальной опасности территории в отношении инфекций, передающихся клещами трансмиссивно (Antykova, Kurchanov, 2002; Медведев и др., 2013, 2013а).

Структура популяций таежного клеща, временного эктопаразита с пастбищным типом нападения, отличается исключительной сложностью. Одна генерация включает 4 фазы развития: яйцо, личинка, нимфа, взрослые (имаго) самки и самцы. В свою очередь, личиночная, нимфальная и имагинальная фазы разделены на стадии голодных, питающихся и напитавшихся особей. Каждая фаза образует отдельную гемипопуляцию, занимающую свою микросреду обитания и специфично реагирующую на весь набор биотических и абиотических факторов (Daniel, Dusbabek, 1994; Балашов, 1998; Balashov, 2012). Паразитическое существование ограничивается суммарными сроками питания всех трех фаз развития таежного клеща и занимает не более 12—20 сут (по 2—4 сут у личинок и нимф, 7—12 сут у самок) (Балашов, 1998; Григорьева, 2015). Непаразитический период жизни всех фаз развития таежного клеща в условиях Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. составляет 3 года, за исключением 2—3 недель питания (Григорьева, 2015; Grigoryeva, Stanyukovich, 2016).

Обилие подстерегающих голодных клещей в экосистеме определяется балансом между пополнением их популяции новыми особями, их отбором хозяевами, отмиранием клещей от истощения, поеданием хищниками. Обилие голодных имаго оценивают по их сборам на флаг, но при однократном учете этим методом удастся выявить не более 10 % особей (Balashov, 2012). Сезон активности взрослых особей таежного клеща в условиях Санкт-Петербурга и его окрестностей продолжается с середины апреля по июнь и составляет в среднем 2.5—3 мес в год, причем потенциальную опасность представляют исключительно голодные самки (Grigoryeva et al., 2014).

Географический ареал таежного клеща соответствует распределению в пространстве пригодных для его существования условий среды. Установлено, что для таежного клеща, широко распространенного в умеренном климате Палеарктики, особенности распространения определяются суммой эффективных температур за период с температурой выше +5 °С (1600—1900° — слабая, 2000—2300° — умеренная и более 2300° — хорошая теплообеспеченность для клещей) в сочетании с показателем увлажнения, представляющим собой отношение осадков за год к сумме среднесуточных значений дефицита влажности за год (Коренберг, 1979, 2004).

Вопросу влияния абиотических факторов на активность и выживаемость клещей посвящено достаточно большое количество исследований, порой с противоречивыми результатами. Особое внимание уделялось изучению влияния крайних значений температуры и влажности на выживаемость клещей (Хейсин, 1953; Хейсин и др, 1955; Беляева, 1977; Gigon, 1985), роли диапаузы в процессе приспособления к сезонным климатическим ритмам (Белозеров, 1981). До сих пор ученые не пришли к единому мнению о роли метеорологических и климатических факторов в динамике популяционных процессов. Принятые в метеорологии показатели климата не соответствуют реальному микроклимату местообитаний клещей. Для местообитаний таежного клеща характерны значительные вертикальные градиенты температуры и влажности, характеризующие особенности их микроклимата и определяющиеся теплоемкостью и отражающей способностью почвы, характером растительного покрова и многими другими факторами (Балашов, 1989). Сложность вопроса заключается не только в оценке влияния разномасштабных метеорологических процессов и климата на численность и активность клещей, но и в определении их роли как абиотических факторов, регулирующих скорости разнообразных биологических процессов у таких пойкилотермных организмов, как иксодовые клещи. Большое количество метеорологических показателей и их сочетаний значительно затрудняет решение задачи. Необходимо отметить, что набор метеорологических характеристик, рассматриваемых разными авторами, отличается и зачастую зависит от региона, в котором проводятся исследования. Так, в условиях северо-западной периферии ареала *I. persulcatus* важнейшее значение для размножения и выживания клеща имеют колебания гидротермических условий всего весенне-осеннего сезона. Особое место занимает температура в начале сезона и осадки в конце сезона (Беспятова и др., 2009). В Иркутске и в Приморском крае в качестве воздействующих факторов рассматривались средняя температура января, абсолютный температурный минимум, данные о продолжительности времени года с температурой выше 10 °С, средняя температура мая, средняя высота снежного покрова и др. (Болотин и др., 2002; Никитин, Антонова, 2005). Используя среднегодовые колебания температуры, Коротков (1998) анализирует динамику численности голодных взрослых таежных клещей в разных регионах ареала (Удмуртия, Карелия и Прибайкалье), указывая, что маркирующим фактором, определяющим температурные границы распространения клеща, является уровень зимних температур.

В многофакторных процессах экологии клещей сложно выделить вклад метеорологической составляющей, поэтому большое внимание уделяется качеству исходных данных. Методика сбора клещей, продолжительность периодов наблюдений над метеорологическими характеристиками, а также методика обработки данных могут повлиять на результаты исследований. По мнению зарубежных исследователей, анализ данных, которых часто ограничивается текущей доступной информацией, ошибочные интерпретации краткосрочных полевых исследований и накапливающиеся процедурные ошибки могут привести к неправильным выводам (Estrada-Reña et al., 2013; Randolph, 2013), особенно если речь идет о прогнозировании численности клещей, дат начала эпидемиологического сезона и его

напряженности. Еще бóльшую актуальность данный аспект проблемы приобретает на фоне глобальных климатических изменений.

Очевидно, что для изучения динамики численности популяции переносчика и влияния на нее абиотических факторов желательно иметь информацию об обилии особей на всех фазах развития, а также о популяциях возможных прокормителей. Располагая данными многолетних сборов взрослых особей таежного клеща, нами сделана попытка описания динамики популяционных процессов на основе имагинальной фазы. Целью работы является изучение метеорологических факторов, влияющих на активность клещей (здесь и далее по тексту имаго таежного клеща, самки и самцы) в Санкт-Петербурге для прогнозирования даты начала эпидемиологического сезона и его напряженности.

В работе решались следующие задачи.

1. Выявление метеорологических факторов, влияющих на активность клещей.

2. Определение характера взаимосвязей между метеорологическими факторами и активностью клещей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В соответствии со схемой районирования ареала таежного клеща работы проводились в пределах границ Прибалтийского и Валдайского региональных комплексов популяций, которым соответствуют умеренная теплообеспеченность с повышенной влажностью (коэффициент увлажнения > 0.60) (Коренберг и др., 1985).

В работе были использованы данные сборов клещей ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Санкт-Петербурге» в двух удаленных местах (рис. 1): 1 — на территории стационара, расположенного в Лисьем Носу за период 1992 по 2011 г. (20 лет) и 2 — в южной части Санкт-Петербурга за период с 1980 по 2012 г. (32 года). Стационар в Лисьем Носу расположен на севере Санкт-Петербурга, в Приморском р-не, представляет биотоп, типичный для обитания таежного клеща: смешанный лес с присутствием сорных кустарников и древесных пород с выраженной листопадной подстилкой, хорошо дренирован за счет не пересыхающих старых мелиоративных канав. Редко посещаем людьми, в годы наблюдений имел устойчивый состав прокормителей для всех фаз таежного клеща. Второе место сбора не представляет целостный биотоп, это комплекс отдельно расположенных парков, скверов со смешанной древесной растительностью, в основной своей массе эти участки регулярно посещаются людьми, местами не доступны для людей и трудно проходимы. Все отдельно стоящие участки имеют связь с расположенным южнее города лесным массивом посредством лесополос, что способствует передвижениям крупных и средних млекопитающих, прокормителей имаго, и поддержанию численности клещей. Далеко не все станции пригодны для развития клещей и сохранения их на период непаразитического состояния, так как не все имеют достаточный лиственный подстил. В некоторых из них численность клещей, вероятно, поддерживается из-за их промежуточного территориального расположения и посещения таких мест птицами, переносящими кле-

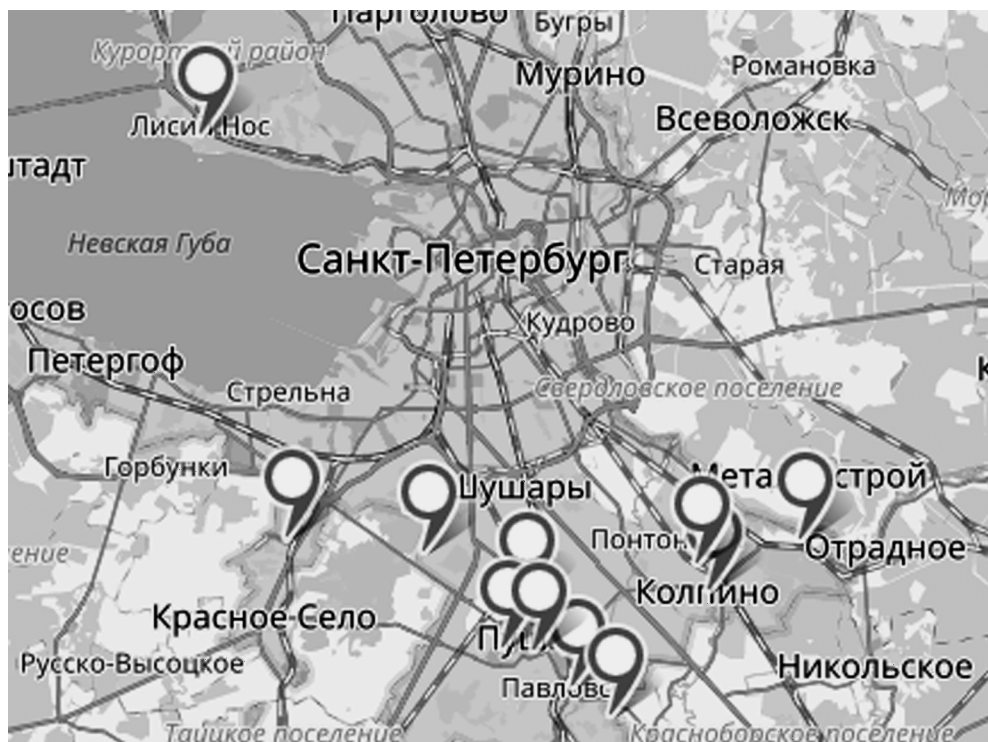


Рис. 1. Карта сборов клещей *Ixodes persulcatus* 1980—2012 гг.

Fig. 1. Location of sites where ticks *Ixodes persulcatus* were collected in 1980—2012.

щей. Результаты сборов клещей во втором месте представляют ежедекадные сборы в 10—12 станциях. Активность клещей определяли по сборам взрослых клещей по стандартной методике на флаг из вафельной ткани (60 × 100 см) в первую половину дня в течение всего сезона активности, с конца марта по июнь ежедекадно с подсчетом количества пойманных клещей за 1 флаго-час (Жмаева, Пионтковская, 1964). Метеорологические характеристики для Санкт-Петербурга были выбраны из массива ежедневных данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации—Мировой центр данных (ВНИИГМИ—МЦД) (URL: <http://meteo.ru>). Поставленные в работе задачи решались с помощью аналитических и статистических методов, таких как корреляционный и факторный анализы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованиях, посвященных изучению экологии клещей, температурно-влажностные характеристики воздуха выделяются как ведущие среди абиотических факторов (Беляева, 1977; Коренберг, 1979; Балашов, 1989; Gigon, 1985). Важны не только абсолютные значения характеристик, но и их суммы за различные периоды, а также продолжительность этих пе-

риодов. Поэтому все метеорологические факторы были условно разделены на 3 группы:

1. Лимитирующие факторы, определяющие в большей степени выживаемость клещей. К ним относятся следующие показатели:

- число дней с температурами воздуха ниже -2.0°C ,
- число дней с температурами воздуха ниже -10.0°C ,
- сумма температур воздуха ниже -2.0°C ,
- сумма температур воздуха ниже -10.0°C ,
- число дней с температурами воздуха ниже -2.0°C без снежного покрова,
- сумма температур воздуха ниже -2.0°C без снежного покрова,
- число дней с температурами воздуха ниже -2.0°C без снежного покрова весной,
- сумма температур воздуха ниже -2.0°C без снежного покрова весной,
- число дней с температурами воздуха ниже 0.0°C ,
- сумма температур воздуха ниже 0.0°C ,
- показатель засухи (определяется числом последовательных дней без осадков с положительной температурой. Засуха наблюдается, когда число таких дней больше 20),
- максимум пятидневных сумм осадков (рассчитывался как максимум из скользящих 5-дневных сумм).

2. Факторы, влияющие на сезонную активность клещей в весенне-летний период:

- число дней с температурами воздуха выше $+5.0^{\circ}\text{C}$ за сезон,
- сумма температур воздуха выше $+5.0^{\circ}\text{C}$ за сезон,
- число дней с температурами воздуха выше $+10.0^{\circ}\text{C}$ за сезон,
- сумма температур воздуха выше $+10.0^{\circ}\text{C}$ за сезон,
- число дней с осадками больше 10 мм за сезон,
- сумма осадков больше 10 мм за сезон,
- число дней с осадками больше 5 мм за сезон,
- сумма осадков больше 5 мм за сезон.

3. Факторы, являющиеся как лимитирующими, так и влияющими на сезонную активность клещей:

- число дней с температурами воздуха выше $+5.0^{\circ}\text{C}$ за год,
- сумма температур воздуха выше $+5.0^{\circ}\text{C}$ за год,
- число дней с температурами воздуха выше $+10.0^{\circ}\text{C}$ за год,
- сумма температур воздуха выше $+10.0^{\circ}\text{C}$ за год,
- число дней с осадками больше 10 мм в год,
- сумма осадков больше 10 мм в год,
- число дней с осадками больше 5 мм в год,
- сумма осадков больше 5 мм в год,
- гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

Таким образом, был определен 21 метеорологический показатель. За относительный показатель обилия клещей принималось среднее за сезон количество особей на 1 флаго-час отдельно для стационара (Лисий Нос) и южной части Санкт-Петербурга. За сезон принимался период времени с конца марта по июнь.

Поскольку метеорологические факторы могут по-разному влиять на клещей в зависимости от стадии их развития, то для выявления зависимо-

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между метеорологическими показателями и количеством клещей, имаго на 1 флаго-час (выделены статистически значимые значения, $p \leq 0.05$)

Table 1. Correlation coefficients between meteorological factors and amount of ticks, flagging, ticks per hour (highlighted statistically significant values, $p \leq 0.05$)

Метеорологические показатели	Количество клещей за 1 флаго-час					
	Без сдвига		Сдвиг на 1 год		Сдвиг на 2 года	
	Санкт-Петербург	Стационар	Санкт-Петербург	Стационар	Санкт-Петербург	Стационар
Сумма температур воздуха выше +5.0 °C за год	-0.37	0.03	-0.30	-0.03	-0.37	-0.58
Число дней с температурой воздуха выше +10.0 °C за год	-0.43	0.12	-0.34	-0.01	-0.30	-0.54
Сумма температур воздуха выше +10.0 °C за год	-0.44	0.01	-0.26	0.12	-0.32	-0.58
Число дней с осадками выше 5 мм в сезон	-0.08	0.31	-0.56	-0.43	-0.10	0.30
Сумма осадков выше 5 мм в год	0.03	0.01	-0.40	-0.19	-0.26	0.18
Сумма осадков выше 5 мм в сезон	-0.04	0.31	-0.58	-0.47	-0.10	0.31
Число дней с осадками выше 10 мм в год	-0.03	0.04	-0.43	-0.21	-0.36	0.16
Число дней с осадками выше 10 мм в сезон	-0.06	0.26	-0.55	-0.43	-0.25	-0.01
Сумма осадков выше 10 мм в год	-0.02	0.03	-0.41	-0.21	-0.35	0.30
Сумма осадков выше 10 мм в сезон	-0.01	0.31	-0.49	-0.46	-0.13	0.14
ГТК	0.07	0.11	-0.30	-0.29	-0.08	0.56

стей между численностью клещей и метеорологическими характеристиками был проведен как корреляционный, так и кросскорреляционный анализ со сдвигом в один и два года.

В результате анализа было выбрано 11 метеорологических факторов, которые имеют значимую связь ($p \leq 0.05$) со средним количеством клещей на 1 флаго-час (табл.1). Результаты корреляционного анализа показывают обратные линейные зависимости между количеством клещей и температурно-влажностными характеристиками воздуха, за исключением гидротермического коэффициента, для которого выявлена положительная корреляция со сдвигом на 2 года. Мы считаем, что обратные линейные зависимости между количеством клещей и температурно-влажностными характеристиками воздуха объясняются тем, что в пределах сезонных изме-

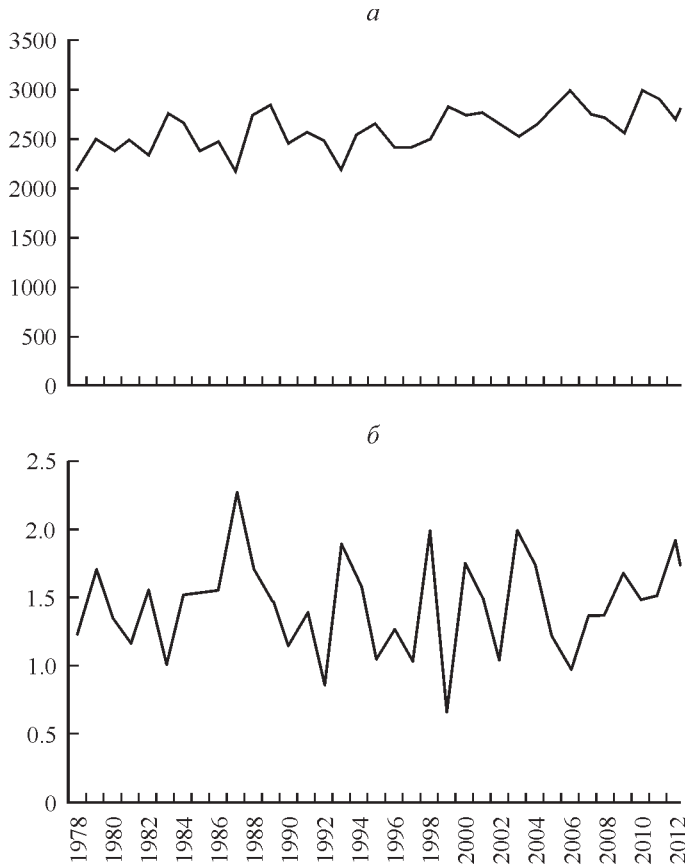


Рис. 2. Многолетняя динамика.

a — сумм температур воздуха выше +5.0 °C за год (0 °C), *б* — гидротермического коэффициента (ГТК) в Санкт-Петербурге.

Fig. 2. Long-term dynamics of annual temperature sum above +5.0 °C (*a*) and hydrothermic coefficient in Saint-Petersburg (*b*).

нений температуры и влажности воздуха имеются узкие лимитирующие значения, существенно ограничивающие активность и сроки жизни клещей (продолжительные периоды более 7—10 дней с максимальными температурами выше 25 °C без осадков; ливневые осадки, вызывающие застой воды в местах с пониженной впитываемостью влаги почвой). Эти узкие лимитирующие значения вносят диссонанс в понимание влияния колебаний гидротермических условий весенне-осеннего сезона на активность и выживаемость клещей. Многолетний ход всех выбранных метеопоказателей характеризуется либо слабой тенденцией к росту (сумма температур воздуха выше +5.0 °C за год, число дней с температурой воздуха выше +10.0 °C за год, сумма температур воздуха выше +10.0 °C за год, сумма осадков выше 5 мм в год, сумма осадков выше 5 мм в год; сумма осадков выше 10 мм в сезон) (рис. 2, *a*), либо характеризуется отсутствием направленных изменений (число дней с осадками выше 5 мм в сезон, сумма осадков выше 5 мм в сезон, число дней с осадками выше 10 мм в год,

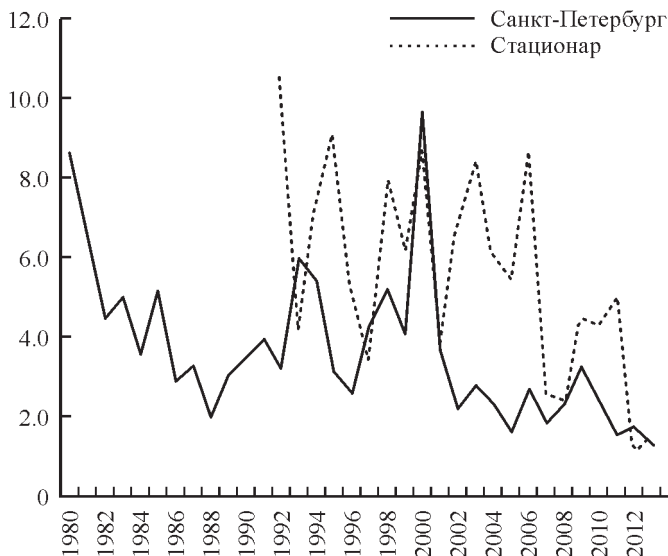


Рис. 3. Многолетняя динамика среднего количества особей (на 1 флаго-час).

Сплошная линия — сборы в южных районах Санкт-Петербурга; пунктирная линия — сборы на территории стационара, Лисий Нос.

Fig. 3. Long-term dynamics of the mean number of ticks (flagging, ticks per hour).

сумма осадков выше 10 мм в год, ГТК) (рис. 2, б). В то же время среднее многолетнее количество клещей испытывает тенденцию к понижению за последние 20 лет (рис. 3). На фоне этих показателей увеличение количества жителей Санкт-Петербурга, пострадавших от укусов иксодовых клещей на пригородных территориях в 2006—2015 гг. и на различных территориях, в том числе за пределами города и его окрестностей за 2006—2015 г. (рис. 4), не может быть объяснено фактом снижения численности клещей в природных биотопах. Напрашивается социальная составляющая этого явления, связанная с увеличением рекреационных потоков в ближайшие окрестности и пригороды.

Необходимо отметить, что как характер, так и теснота связей изменяется в зависимости от характера биотопа, в котором производился сбор клещей. Так, среднее количество клещей, собранных в различных районах южной части Санкт-Петербурга, коррелирует с температурными показателями года, отражая нарастание количества активных особей в поисках прокормителя. Для сборов стационара эти связи проявляются только при сдвиге на 2 года. Связи между характеристиками осадков и количеством клещей проявляются при сдвиге на 1 год независимо от места сбора клещей. При этом среднее многолетнее количество особей, собранных за 1 флаго-час в Санкт-Петербурге и на территории стационара, различается незначительно (табл. 2). Следует отметить, что пространственная структура популяции клещей в каждый весенне-летний период образуется на протяжении предыдущих 1—2 лет в условиях Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. в результате сложного взаимодействия членистоногих с прокормителями и абиотическими факторами среды. Территория стационара является типичным биотопом с многолетним и стабильным существовани-



Рис. 4. Изменение количества пострадавших от укусов иксодовых клещей жителей Санкт-Петербурга, 2006—2015 гг.

Сплошная линия — жители Санкт-Петербурга, пострадавшие от укусов иксодовых клещей на различных территориях; пунктирная линия — жители Санкт-Петербурга, пострадавшие от укусов иксодовых клещей на пригородных территориях.

Fig. 4. Changes in the number of humans suffered from tick bites in 2006—2015.

ем популяции таежного клеща. Ежегодно в течение весенне-летнего периода преимагинальная составляющая популяции сформирована из когорт личинок и нимф одного возраста, голодные личинки и нимфы выплывают в августе—сентябре предыдущего сезона (Григорьева, 2015). Те из них, кто не напитался осенью, зимует и имеет шанс напитаться в течение весенне-летнего периода следующего года. Голодные личинки и нимфы, теряя жировой запас на протяжении сезона активности, зависимы от гидрорежима микростаций. Поэтому засуха в сезон их активности способна существенно снизить количество особей на следующей фазе.

Для уменьшения количества метеорологических факторов, исключения коррелирующих исходных факторов и определения возможных предикторов был проведен факторный анализ. В результате анализа факторной структуры методом главных компонент были определены следующие метеопоказатели, которые могут рассматриваться как предикторы для прогнозирования количества клещей и возможной эпидемиологической напряженности сезона: суммы температур воздуха выше $+5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ за год, суммы осадков выше 5 мм за год, гидротермический коэффициент Селянинова.

Данные показатели не коррелируют между собой, имеют высокие факторные нагрузки (-0.91 , 0.95 и -0.84 соответственно) и значимую корреляцию с количеством клещей. С позиции особенностей экологии таежного клеща выбор этих метеопоказателей хорошо объясним. При температурах выше $+5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в природе начинается активизация всех фаз клещей; сумма осадков выше 5 мм в год и гидротермический коэффициент Селянинова наиболее адекватно отражает влагообеспеченность почвы как основы для микростаций всех фаз клещей.

Лимитирующие метеорологические факторы, характеризующие в основном зимний период и определяющие в большей степени выживаемость клещей, не подвергались анализу, поскольку не проявили значимой корреляционной связи с количеством клещей. Так же как и экстремальные кли-

Таблица 2

Описательная статистика количества клещей

Table 2. Descriptive statistics of the amount of ticks

	Число наблюдений (лет)	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Дисперсия	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка
Санкт-Петербург	32	3.75	3.26	1.55	9.74	3.65	1.91	0.33
Стационар	20	4.64	4.34	2.16	9.18	3.25	1.80	0.40

матические показатели, которые имеют редкую повторяемость за исследуемый период.

Попытки анализа влияния метеофакторов на численность таежных клещей и ее прогнозы были сделаны и до нас. Хочется отметить, что наиболее точными и объективными показателями, отражающими динамику численности активных клещей, по нашему мнению, являются ежедекадные учеты клещей за 1 флаго-час по стандартной паразитологической методике, дающей возможность сравнительного многолетнего анализа. Мы также согласны с позицией Коренберга (1979, 2004) и Короткова (1989, 2008) о том, что гигротермические условия весенне-осеннего времени года являются основными лимитирующими факторами, ограничивающими успешное развитие и размножение таежного клеща и влияющие на проявление его сезонной активности в различных частях его ареала. Однако считаем необходимой детализацию этих условий, выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на условия микросреды обитания клещей как в период их сезонной активности, так и выживания в периоды зимовки, так как среднегодовые колебания температуры (Коротков, 2009) в нашем регионе абсолютно не отражают реальную картину влияния комплекса гидрометеорологических факторов на изменения численности активных клещей в природных популяциях.

Прогнозы заболеваемости клещевым энцефалитом по численности пострадавших (Болотин и др., 2002, 2002а) чрезвычайно субъективны, ведь далеко не все пострадавшие от укусов клещей обращаются за специализированной помощью, и соответственно сведения о количестве пострадавших будут изначально заниженными. Кроме того, эти данные могут содержать информацию о людях, посещавших лесные станции, которые непригодны для жизни клещей, но в которые они заносятся прокормителями. На подобных сведениях часто основываются прогнозы расширения ареала таежного клеща (Попов, 2014), что тем более не отражает реальную картину численности популяций и ареала. Работы такого порядка должны быть направлены на выявление биотопов, в которых происходит развитие клеща по типичному для него сценарию жизненного цикла.

Важным моментом является также выбор биотопов для учетов. Биотопы должны быть пригодны для развития клещей в течение всего жизненного цикла, в которых имеются прокормители для всех фаз клещей, осо-

бенно для имаго, что, прежде всего, и определяет стабильное существование популяций клещей в пригодных по комплексу абиотических факторов биотопах. Сведения о количестве клещей в большинстве лесопарков, собираемые работниками ФБУЗ «Центров гигиены и эпидемиологии» не репрезентативны, так как инициированы обращаемостью пострадавших от клещей граждан на территориях, часто непригодных для жизни клещей. Такие территории находятся по периферии основных биотопов с популяциями клещей, и количество клещей на них определяется возможными заносами прокормителями, которыми часто являются птицы.

Рассматривая современную ситуацию с численностью клещей в городе, следует отметить, что наблюдается ее снижение (рис. 3). Это связано со значительным антропогенным трансформированием окрестностей Санкт-Петербурга, массовыми многоэтажными жилищными застройками, линией КАДа, окружающей город. Те лесопарки, которые еще недавно были связаны с обширными лесными массивами области, ныне такую связь либо частично, либо полностью утратили. Соответственно в такие лесные массивы либо прекратилась, либо значительно уменьшилась миграция крупных и средних млекопитающих, прокормителей взрослых клещей, и существование популяций паразита перешло в пессимальную фазу (термин Коренберга, 1979). Современное представление об увеличении численности клещей, навязываемое средствами массовой информации, не имеет под собой никаких объективных оснований, а базируется на показателях обращаемости населения в медицинские учреждения. Численность укушенных клещами людей ежегодно увеличивается в связи с повышенной рекреационной активностью, особенно в мае, на который приходится пик численности имаго таежного клеща, в силу изменений направлений туристических потоков по экономическим показателям, особенно в последние годы (рис. 4). Повышенная информированность и обеспокоенность, но безграмотность населения в этих вопросах приводит к большей обращаемости в медицинские учреждения за помощью. Следует отметить, что вместо навязывания истерии по поводу «страшных клещей», в средствах массовой информации следовало бы пропагандировать культуру поведения в лесах и лесопарках, правила поведения и необходимость личного осмотра (что является первым и основным средством, предотвращающим присасывание клещей, если не использовать репелленты и инсектициды) после посещения леса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Природные очаги клещевых инфекций являются сложным образованием, функционирование которых зависит от сочетания абиотических и биотических факторов. Метеорологические факторы являются только небольшой частью сложного комплекса, оказывая влияние как на выживаемость клещей, так и на их активность.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Из множества метеорологических факторов наибольшее влияние на активность клещей оказывают характеристики осадков в сочетании с

определенным термическим режимом. На фоне общей тенденции к понижению среднего количества активных клещей на рассмотренных территориях их связь с метеорологическими показателями может значительно различаться как по тесноте, так и по характеру. Объяснением тому могут служить не только качество исходных данных, но и микроклиматические особенности участков сборов, которые влияют на условия обитания клещей не меньше, чем мезомасштабные процессы.

2. При незначительной межгодовой изменчивости среднего количества клещей методика их сбора может оказывать существенное влияние на результаты статистического анализа.

3. Такие метеорологические показатели, как суммы температур воздуха выше +5.0 °С за год, суммы осадков выше 5 мм за год, гидротермический коэффициент Селянинова могут рассматриваться в качестве предикторов для прогнозирования количества клещей в Санкт-Петербурге.

4. В отдельные годы на количество клещей сильное влияние могут оказывать экстремальные метеорологические показатели, такие как число дней с температурой воздуха ниже 10 °С без снежного покрова. Несмотря на то что такие явления в Санкт-Петербурге редки, их также необходимо учитывать при разработке методики прогнозов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны заведующему Лабораторией паразитологии ЗИН РАН, доктору биологических наук, профессору С. Г. Медведеву за объединение авторского коллектива и поддержку исследования. Работа выполнена в соответствии с гос. темой № 01201351187 «Морфофункциональные адаптации и таксономическое разнообразие членистоногих, паразитирующих на наземных позвоночных».

Список литературы

- Балашов Ю. С. 1989. Экология непаразитических стадий жизненного цикла иксодовых клещей. Паразитологический сборник. 36: 56—82.
- Балашов Ю. С. 1998. Иксодовые клещи — паразиты и переносчики инфекций. СПб.: Наука. 287 с.
- Белозеров В. Н. 1981. Экологические ритмы у иксодовых клещей и их регуляция. Паразитологический сборник. 30: 22—45.
- Беляева Н. С. 1977. Влияние температуры на продолжительность цикла развития клеща *Ixodes persulcatus* (Ixodidae). Паразитология. 11(2): 179—181.
- Беспятова Л. А., Бугмырин С. В., Коротков Ю. С., Иешко Е. П. 2009. Природные очаги клещевого энцефалита на северо-западной периферии обитания таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930). Труды Карельского научного центра РАН. 4: 96—101.
- Болотин Е. И., Цициашвили Г. Ш., Голычева И. В., Бурухина И. Г. 2002. Некоторые аспекты и перспективы факторного прогнозирования эпидемического проявления очагов клещевого энцефалита на основе многомерного анализа временных рядов. Паразитология. 36 (2): 89—95.
- Болотин Е. И., Цициашвили Г. Ш., Голычева И. В., Бурухина И. Г. 2002а. Возможности факторного прогнозирования заболеваемости клещевым энцефалитом в Приморском крае. Паразитология. 36 (4): 280—284.

- Вансулин С. А., Смыслова Т. О., Солина Л. Т. 1981. Распространение и биологические особенности клещей *Ixodes persulcatus* (Ixodidae) в курортной зоне Ленинграда. *Паразитология*. 15 (6): 498—505.
- Григорьева Л. А. 2015. Особенности развития таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Sch.: Ixodinae: Ixodidae) в условиях природных битопов Ленинградской области. *Труды Зоологического института РАН*. 319 (2): 269—281.
- Жмаева З. М., Пионтковская С. П. 1964. Иксодовые клещи (Parasitiformes, Ixodidae). В кн.: Петрищева П. А., Олсуфьева Н. Г. (ред.). *Методы изучения природных очагов болезней человека*. М.: Медицина. 74—89.
- Золотов П. Е., Паулкина М. К., Моравек К. Л., Букер В. П., Захарова С. Н., Носова А. Н., Данилина Л. И., Поплавская М. А. 1974. Об экологии иксодовых клещей Ленинградской области. *Паразитология*. 8 (2): 116—122.
- Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, в Северо-Западном федеральном округе России. 2008. Аналитический обзор. СПб.: Феникс. 120 с.
- Коренберг Э. И. 1979. Биохорологическая структура вида. М.: Наука, 172 с.
- Коренберг Э. И., Ковалевский Ю. В., Лебедева Н. Н., Филиппова Н. А. 1985. Ареал. В кн.: Филиппова Н. А. (ред.). *Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze*. Л.: Наука. 188—212.
- Коренберг Э. И., Горелова Н. Б., Ковалевский Ю. В. 2002. Основные черты природной очаговости иксодовых клещевых боррелиозов в России. *Паразитология*. 36 (3): 177—191.
- Коренберг Э. И. 2004. Экологические предпосылки возможного влияния изменений климата на природные очаги и их эпидемическое проявление. Сборник материалов международного семинара 5—6 апреля 2004 г. Москва «Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке». 54—67.
- Коротков Ю. С. 1998. Циклические процессы в динамике численности таежного клеща и их связь с погодными и климатическими условиями. *Паразитология*. 32 (1): 21—31.
- Коротков Ю. С. 2009. Экология таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) в условиях изменения климата Евразии. Автореф дис. ... д-ра биол. наук. М. 46 с.
- Медведев С. Г., Шапарь А. О., Третьяков К. А., Бычкова Е. М. 2013. Клещевой энцефалит на территории мегаполиса Санкт-Петербурга. В сб.: *Актуальные проблемы клещевой энцефалита*. Медицинская вирусология. 27 (1): 62.
- Медведев С. Г., Шапарь А. О., Третьяков К. А., Бычкова Е. М. 2013а. Иксодовые клещевые инфекции на территории Санкт-Петербурга. В сб.: *Нерешенные проблемы климатологии и экологии мегаполисов*. Материалы конференции (20 марта 2013 г., Санкт-Петербург). Отв. ред. К. В. Чистяков, Г. В. Менжулин. СПб. 47—51.
- Никитин А. Я., Антонова А. М. 2005. Учет, прогнозирование и регуляция численности таежного клеща в рекреационной зоне города Иркутска. Иркутск: Иркут. ун-т. 101 с.
- Попов И. О. 2014. Наблюдаемые и ожидаемые климатообусловленные изменения распространения иксодовых клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья. Автореф дис. ... канд. биол. наук. М. 26 с.
- Хейсин Е. М. 1953. Поведение взрослых *Ixodes persulcatus* в зависимости от температуры и влажности окружающей среды. *Зоологический журнал*. 32 (1): 77—87.
- Хейсин Е. М., Павловская О. Е., Малахова Р. П., Рыбак В. Ф. 1955. Продолжительность цикла развития *Ixodes persulcatus* в природных условиях Карело-Финской ССР. *Труды Карело-Финского государственного университета*. Петрозаводск. 6: 102—123.
- Antykova L. P., Kurchanov V. I. 2002. Tick-borne encephalitis and Lyme disease epidemiology in Saint-Petersburg. *EpiNorth*. 3 (1): 7—9.
- Estrada-Peña A. I., Gray J. S., Kahl O., Lane R. S., Nijhof A. M. 2013. Research on the ecology of ticks and tick-borne pathogens — methodological principles and caveats.

- Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. 3: 29. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.3389/fcimb.2013.00029> (7 мая 2016).
- Balashov Yu. S. 2012. Demography and population models of ticks of the genus *Ixodes* with long-term life cycle. *Entomological Review*. 92: 1006—1011.
- Daniel M., Dusbabek F. 1994. Micrometeorological and microhabitat factors affecting maintenance and dissemination of tick-borne diseases in the environment. In: Sonenshine D. E., Mather T. N. (ed.) *Ecological Dynamics of tick-borne Zoonoses*. 91—137.
- Gigon F. 1985. *Biologie d'Ixodes ricinus* L. sur le Plateau Suisse. Neuchatel. 238 p.
- Grigoryeva L. A., Bychkova E. M., Lunina G. A. 2014. Changes in the age structure of populations of ixodid ticks (*Ixodes persulcatus*: Ixodinae) in the territory of St. Petersburg and its environs. *Entomological Review*. 94 (3): 422—425.
- Grigoryeva L. A., Stanyukovich M. K. 2016. The features of the taiga tick life cycle *Ixodes persulcatus* Sch. (Acari: Ixodinae) in the North-West of Russia. *Experimental and Applied Acarology*. 69 (3): 347—357.
- Korenberg E. I., Gorelova N. B., Kovalevskii Yu. V. 2002. Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Russia. In: Gray J., Kahl O., Lane R. S., Stanek G. (eds). *Lyme borreliosis. Biology, epidemiology*. CABI Publishing. 175—200.
- Randolph S. E. 2013. Is expert opinion enough? A critical assessment of the evidence for potential impacts of climate change on tick-borne diseases. *Animal Health Research Reviews*. 14 (2): 133—137.
- Tretyakov K. A., Medvedev S. G., Apanaskevich M. A. 2012. Ixodid ticks in Saint-Petersburg: a possible threat to public health. *Estonian Journal of Ecology*. 61 (3): 215—224.
- <http://meteo.ru>. Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации—Мировой центр данных (ВНИИГМИ—МЦД).

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON THE ACTIVITY
OF THE ADULT TAIGA TICK (*IXODES PERSULCATUS* SCH., IXODINAE)
IN ST. PETERSBURG AND ITS ENVIRONS

T. N. Osipova, L. A. Grigoryeva, E. P. Samoylova,
A. O. Shapar, E. M. Bychkova

Key words: *Ixodes persulcatus*, meteorological factors, St. Petersburg.

SUMMARY

The article deals with influence of meteorological factors on the activity of the taiga tick *Ixodes persulcatus* Sch. in St. Petersburg and its environs. The results of correlation analysis of meteorological data (21 index) and data on ticks collected in 1980—2012 allowed determining linear dependence between 11 meteorological indices and average amount of ticks. Factor analysis reduced dimensionality down to 3 indices: sum of temperatures higher than +5.0 °C, sum of precipitation higher than 5 mm per year, and Selyaninov hydrothermal coefficient. It was demonstrated that, at the background of the general tendency for the decrease of the average number of active ticks in the studied territories, correlation between the amount of ticks and meteorological indices can significantly vary as in the correlation density, so in the character and in dependence of microclimatic features of the collecting site. When variability of the mean abundance of ticks during years of investigation is low, the method of collecting can significantly affect the results of the statistical analysis. This fact must be taken in consideration during prognosis of both dates of the beginning of epidemiological season and its intensity.